

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
10. Juli 2003 (10.07.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/055552 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: A61M 16/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/04727

(22) Internationales Anmeldedatum:  
23. Dezember 2002 (23.12.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
101 64 313.6 28. Dezember 2001 (28.12.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): MÜFA AG [DE/DE]; Fritz-Berne-Strasse 40, 81241  
München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BECKER, Uwe  
[DE/DE]; Am Lichtfeld 7, 82223 Eichenau (DE). HIPP,  
Rudolf [DE/DE]; Geigerstrasse 22, 82166 Gräfelfing  
(DE). LOHMEIER, Georg [DE/DE]; Im Hart 13, 82110  
Germering (DE).

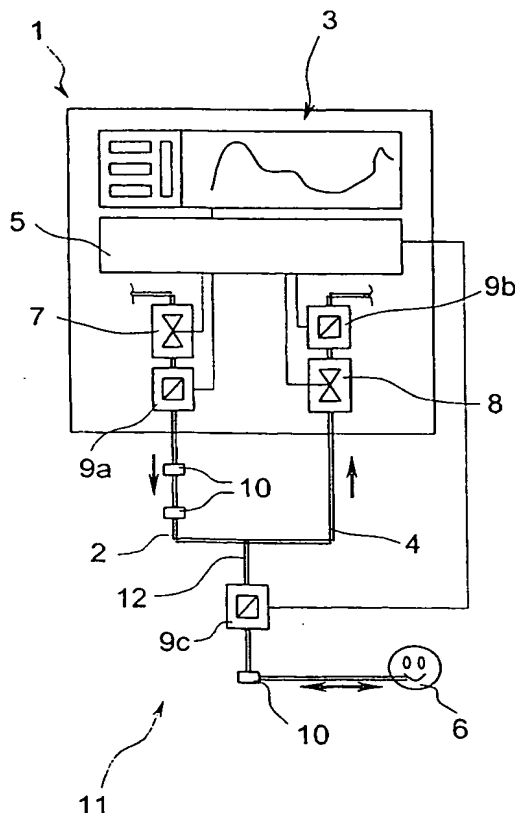
(74) Anwalt: MÜFA AG; Fritz-Berne-Straße 40, München  
81241 (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: RESPIRATORY DEVICE

(54) Bezeichnung: BEATMUNGSVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a respiratory device (1) comprising at least three sensors (9) which transmit physical data on the respiratory gas introduced into the patient (6) and guided away therefrom to the control unit (5) of a respiratory device (1), whereby state changes or differences between comparable measured values can provide information relating to the respiratory state of the patient (6) or possible volume differences or leakages in the gas supply.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Beatmungsvorrichtung (1) mit wenigstens drei Sensoren (9), welche physikalische Daten über den Patienten (6) zuzuführende oder von diesem wegzuleitende Atemgase an die Steuereinheit (5) eines Beatmungsgerätes (1) übermitteln, so dass Zustandsänderungen oder Differenzen zwischen vergleichbaren Messwerten Aufschluss über das Atemverhalten des Patienten (6) oder über mögliche Volumendifferenzen oder Leckagen in der Gasversorgung geben können.

WO 03/055552 A1



SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## Beatmungsvorrichtung

Die vorliegende Erfindung beschreibt eine Beatmungsvorrichtung zur Beatmung von Patienten nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Beatmungsvorrichtungen werden überwiegend in der Medizintechnik zur künstlichen Beatmung von Patienten eingesetzt. Solche Vorrichtungen weisen einerseits ein Beatmungsgerät auf, mit dem das den Patienten zuzuführende Atemgas aufbereitet wird; andererseits kommt damit ein Gasversorgungssystem zum Einsatz, mit welchem das Atemgas dem Patienten zugeführt oder auch von diesem fortgeleitet wird. Das Gasversorgungssystem wird dazu mit dem Beatmungsgerät verbunden. Teil des Gasversorgungssystems ist die Inspirationsleitung, über die das einzuatmende Atemgas dem Patienten zugeführt wird. Das Gasversorgungssystem weist weiterhin eine Expirationsleitung auf, über welche das vom Patienten ausgeatmete Expirationsgas abgeführt und zum Beatmungsgerät zurückgeleitet wird. In der Expirationsleitung und insbesondere in der Inspirationsleitung können je nach Anwendung noch Beatmungskomponenten vorgesehen sein, beispielsweise um das Inspirationsgas zu reinigen oder anzufeuchten.

Die Zusammensetzung des Inspirationsgases, welches meist aus Druckluft und Sauerstoff besteht, lässt sich in bestimmten Grenzen durch den Anwender einstellen. Ebenso ist der Druck einstellbar, mit dem das Inspirationsgas zum Patienten hingeleitet wird. Auch das dem Patienten zugeführte Gasvolumen ist nach dem Stand der Technik regelbar, wobei diese Regelung üblicherweise von einer Steuereinheit innerhalb des Beatmungsgerätes vorgenommen wird.

Je nach Zustand des Gasversorgungssystems und des Patienten sind verschiedene Parameter bei der Gasaufbereitung und -zuführung zu berücksichtigen. So hängt beispielsweise der erforderliche Druck vom Zustand der Lunge des Patienten ab. Er muss groß genug sein, um die Lunge in geeignetem Maße aufzublähen, darf jedoch ein kritisches

Maximum nicht übersteigen. Insbesondere im Fall eines kollabierten Lungenflügels ist die geschickte Wahl des Druckes von besonderer Bedeutung für eine sichere Beatmung. Auch die pro Atemzug des Patienten zuzuführende Gasmenge kann je nach Patienten-zustand variieren und muss dabei sicher zugeführt werden.

In einer sogenannten Entwöhnungsphase, bei der der Patient in der Lage ist, teilweise selbst zu atmen, unterstützt das Beatmungsgerät diese spontane Atmung. Es stellt dabei beispielsweise sicher, dass ein bestimmtes Gasvolumen pro Zeiteinheit von dem Patienten eingeatmet wird. Dieses Volumen wird mit einer ausreichenden Sauerstoffversorgung des Patienten gleichgestellt. Unterbleiben eigenständige Atemzüge des Patienten oder sind die Atemzüge des Patienten nicht tief genug, so sorgt in der Praxis das Beatmungsgerät dafür, dass der ausgebliebene Atemzug nachgeholt wird bzw. die zu flachen Atemzüge tiefer werden. Dazu wird das eingestellte Gasgemisch entweder nach Ablauf einer bestimmten Zeit oder bei einem erkannten spontanen Atemzug so verabreicht, dass sich das eingestellte Atemminutenvolumen ergibt.

In der Praxis tritt häufig das Problem auf, dass das Gasversorgungssystem Undichtigkeiten aufweist. Solche Undichtigkeiten können beispielsweise im Bereich von Beatmungskomponenten auftreten, welche im Gasversorgungssystem vorgesehen sind. Sie können durch Materialermüdung oder auch durch mechanische Beanspruchung von außen hervorgerufen werden, beispielsweise durch Bewegung des Patienten. Auch eine Blockierung der Gasversorgung, beispielsweise durch Einklemmen oder Abschnüren von Gasversorgungsleitungen kann in der Praxis auftreten. Beide Arten von Störungen können für den Patienten gefährlich werden. Bei einem Leck in der Inspirationsleitung führt eine druckgesteuerte Beatmung beispielsweise dazu, dass der vom Beatmungsgerät angestrebte Beatmungsdruck nicht aufgebaut werden kann. Dadurch wird der erwartete Ablauf der Inspirationsphase stark beeinflusst bzw. fälschlicherweise verlängert. Selbst wenn eine heutzutage übliche Zeitüberwachung diesen Versuch des Druckaufbaus irgendwann beendet, nimmt der Patient unweigerlich Schaden, da der tatsächlich erforderliche Druck seine Lunge nicht erreicht hat. Auch eine volumengesteuerte Beat-

mung führt zu einer unzureichenden Beaufschlagung der Lunge des Patienten, wenn ein Teil des Volumens durch ein Leck in die Umgebung entweichen kann.

In der Praxis erkennen die Beatmungsgeräte die Atembemühung eines Patienten meist dadurch, dass der Druck in dem Gasversorgungssystem abfällt, obwohl das Beatmungsgerät keine Gasströmung veranlasst hat, oder, dass ein unerwarteter Volumenstrom im Gasversorgungssystem erkannt wird. Damit das Beatmungsgerät die Atembemühungen des Patienten erkennen kann, muss eine daraus resultierende Zustandsänderung im Gasversorgungssystem sichtbar erkannt werden. Ein Leck in diesem System zwischen dem Patienten und dem Beatmungsgerät verfälscht solche Zustandsänderungen jedoch möglicherweise so stark, dass sie nicht entsprechend erkannt werden können. Dies kann dazu führen, dass der Patient erhebliche Anstrengungen unternehmen muss, um durch das Leck des Systems aktiv Raumluft einzusatmen, anstatt vom Beatmungsgerät mit sauerstoff-angereicherter Atemluft unterstützt zu werden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zu schaffen, mit der unerwünschte physikalische Zustände von Inspirations- oder Expirationsgasen erkannt werden können, so dass diese Zustände bei der Regelung der Gasversorgung berücksichtigt und kombiniert werden können.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Beatmungsvorrichtung nach Anspruch 1.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass es vorteilhaft ist, in der Inspirationsgasleitung und/oder Expirationsgasleitung insgesamt wenigstens drei Sensoren vorzusehen, mit denen das jeweilige Gas hinsichtlich eines oder mehrerer physikalischer Parameter überwacht werden kann. Die Sensoren sind dabei mit der Steuereinheit des Beatmungsgerätes verbunden, so dass die Steuereinheit die von den Sensoren übermittelten Daten auswerten und bei der Regelung der Gasversorgung berücksichtigen kann. Die von den Sensoren überwachten Parameter liefern damit Informationen über den jeweiligen Gasstrom an die Steuereinheit, aus denen der Zustand des Gasstromes er-

mittelt werden kann. Ergibt sich dabei ein Zustand, der nicht mit dem von der Steuereinheit zu bewirkenden Zustand übereinstimmt, so kann die Steuereinheit eine Fehlermeldung oder einen Alarm ausgeben oder die ermittelte Abweichung bei der Regelung der Gasversorgung berücksichtigen und kompensieren.

Die Beatmungsvorrichtung weist eine Inspirationsleitung auf, welche das einzuatmende Gas dem Patienten zuführt. Eine Expirationsgasleitung leitet das vom Patienten ausgeatmete Gas wieder ab. Ein Gasversorgungssystem führt die beiden Leitungen dabei von dem Beatmungsgerät zum Patienten hin. Innerhalb des Gasversorgungssystems laufen die beiden Leitungen größtenteils getrennt, nur am patientenseitigen Ende übernimmt ein besonderer Leitungsabschnitt die gemeinsame Leitung von Inspirations- und Expirationsgas. In diesem Abschnitt sind also Inspirationsgasleitung und Expirationsgasleitung identisch. Insbesondere in der Inspirationsgasleitung, jedoch auch im Expirationsgaszweig können Beatmungskomponenten vorgesehen sein, welche das Atemgas in geeigneter Form beeinflussen. Dies kann beispielsweise ein Befeuchter oder ein Regelement in der Inspirationsgasleitung sein. Ebenso kommt für die Expirationsgasleitung beispielsweise eine Wasserfalle oder ein Regelement in Frage.

Das Atemgas, welches von dem Beatmungsgerät aufbereitet und bereit gestellt wird, wird im Beatmungsgerät in dessen Inspirationsgaszweig eingeleitet, von dort aus dem Beatmungsgerät heraus in das Gasversorgungssystem geleitet, von wo es aus der getrennten Inspirationsgasleitung schließlich in den gemeinsamen Gasführungsabschnitt in der Nähe des Patienten und weiter in die Lunge gelangt. Das vom Patienten ausgeatmete Expirationsgas wird durch diesen gemeinsamen Abschnitt wieder zurückgeleitet bis zu der Stelle im Gasversorgungssystem, an der sich Expirations- und Inspirationsleitung trennen. Von dort gelangt das Expirationsgas durch die Expirationsgasleitung zurück in das Beatmungsgerät, wo das Gas üblicherweise an die Umgebung abgegeben wird. Die Expirations- und Inspirationsgasleitung im Sinne der vorliegenden Erfindung erstreckt sich also vom Patienten bis zum Beatmungsgerät und auch innerhalb desselben. Der patientennahe Abschnitt des Gasversorgungssystems, in dem das Expirations-

und Inspirationsgas in einer gemeinsamen Leitung geführt werden, sei im Folgenden auch als identischer Abschnitt bezeichnet.

Die Anordnung der Sensoren innerhalb der Beatmungsvorrichtung ist in vorteilhafter Weise frei wählbar. Denkbar ist also beispielsweise die Anordnung eines ersten Sensors in der Inspirationsgasleitung innerhalb des Beatmungsgerätes und die Anordnung eines zweiten Sensors in der Expirationsgasleitung innerhalb des Beatmungsgerätes. Ein dritter Sensor könnte wahlweise angrenzend an den ersten oder zweiten oder an einer beliebigen anderen Stelle eingesetzt werden. Denkbar ist auch die Anordnung von drei Sensoren unmittelbar hintereinander in der Expirations- oder Inspirationsgasleitung oder auch im identischen Abschnitt.

Die Sensoren können vorteilhafterweise zur Erfassung beliebiger physikalischer Messgrößen ausgebildet sein. Insbesondere sind sie für die Erfassung eines Drucks, eines Volumens, einer Geschwindigkeit, einer Temperatur oder einer Dichte ausgebildet. Auf diese Weise ist es vorteilhaft möglich, an geeigneter Stelle innerhalb des Beatmungsgerätes oder des Gasversorgungssystems das Inspirationsgas oder Expirationsgas hinsichtlich dieser physikalischen Parameter zu überwachen. Beispielsweise lässt sich damit die Gasgeschwindigkeit im identischen Abschnitt oder der Druck des Inspirationsgases in der entsprechenden Zuleitung ermitteln.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die Sensoren mit einem relativ großen Abstand bezogen auf den Strömungsweg zueinander angeordnet. Dies bedeutet, dass der erste Sensor unmittelbar am Anfang der Inspirationsgasleitung innerhalb des Beatmungsgerätes angeordnet ist. Der zweite Sensor befindet sich dann im identischen Abschnitt nahe beim Patienten. Der dritte Sensor ist dann im Endbereich der Expirationsgasleitung innerhalb des Beatmungsgerätes angeordnet. Durch diese Anordnung und durch geeignete Typwahl der Sensoren können damit in vorteilhafter Weise Veränderungen des Gaszustandes auf dem Weg vom ersten zum zweiten oder vom zweiten zum dritten Sensor überwacht werden. Verwendet man beispielsweise Ge-

schwindigkeitssensoren, so kann bei bekannten Leitungsquerschnitten die im identischen Abschnitt ankommende Inspirationsgasmenge verglichen werden mit der im Beatmungsgerät in die Inspirationsgasleitung eingespeisten Menge. Durch die Verwendung zusätzlicher Sensoren, beispielsweise für die Gastemperatur, können dann für die Volumenermittlung auch mögliche Dichteunterschiede berücksichtigt werden. Auf gleiche Weise lässt sich eine Volumenbilanz zwischen dem zweiten und dem dritten Sensor aufstellen.

In ähnlicher Weise können auch Drucksensoren verwendet werden. Mit diesen kann z. B. festgestellt werden, ob der in die Inspirationsgasleitung eingebrachte Druck innerhalb des Beatmungsgerätes auch im patientennahen identischen Abschnitt des Gasversorgungssystems auftritt.

Grundsätzlich ist die Wahl der Sensortypen dabei frei. So ist in vorteilhafter Weise eine Kombination möglich, bei der ein erster Sensor als Drucksensor ausgeführt ist, während der zweite Sensor für eine Geschwindigkeitsermittlung vorgesehen ist und ein weiterer Sensor beispielsweise für eine Temperaturmessung ausgebildet ist. Auf diese Weise können an benachbarten oder verschiedenen Stellen innerhalb der Beatmungsvorrichtung verschiedene physikalische Parameter erfasst und ausgewertet werden. Sie können dann zur Analyse der Gase auf mögliche Zustandsänderungen herangezogen werden bzw. über die Steuereinheit Einfluss in die Gasregelung finden.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die Sensoren so angeordnet, dass die von Ihnen erfassten Daten durch die Steuereinheit des Beatmungsgerätes hinsichtlich eines möglichen Lecks in der Gasversorgung ausgewertet werden können. Dies kann beispielsweise über die bereits beschriebene Volumenbilanz geschehen, nach der die in dem Beatmungsgerät eingespeiste Inspirationsgasmenge mit der im identischen Abschnitt eintreffenden Gasmenge verglichen wird. Ergeben sich hierbei Differenzen außerhalb einer einstellbaren Toleranz, so kann die Steuereinheit daraus ein Leck in der Inspirationsgasleitung erkennen. Analog ist das gleiche Verfahren auch für die Exspira-



tionsgasleitung anwendbar. Dazu würden geeignete Sensoren am Anfang und am Ende der Expirationsgasleitung, also im identischen Abschnitt und am Expirationsgasausslass innerhalb des Beatmungsgerätes angeordnet.

In gleicher Weise lässt sich eine solche Lecküberwachung auch über eine Druckkontrolle durchführen. Auch hierfür würde vorteilhafterweise ein erster Sensor am Anfang der Inspirationsgasleitung im Beatmungsgerät angeordnet. Ein zweiter Sensor befände sich im identischen Abschnitt, und ein dritter Sensor wäre wiederum am Ende der Expirationsgasleitung im Beatmungsgerät angebracht. Ein dadurch ermittelbarer möglicher Druckverlust in der Inspirationsgasleitung oder der Expirationsgasleitung kann durch die Steuereinheit wiederum als Hinweis auf ein Leck ausgewertet werden. Auch hier kann durch den Einsatz weiterer Sensoren das Messergebnis verifiziert werden. So kann der Einfluss von Geschwindigkeitsschwankungen oder Temperaturänderungen bei der Erfassung und Auswertung der Gasdrücke mitberücksichtigt werden.

Erkennt die Steuereinheit auf diese Weise ein Leck in der Gasversorgung, so kann sie bei der Regelung der Gasversorgung dieses Leck bzw. die dort austretende Gasmenge mit berücksichtigen, so dass der Patient nach wie vor gesichert mit Atemgas versorgt wird. Dabei könnte beispielsweise die durch das Leck entweichende Inspirationsgasmenge zusätzlich eingespeist werden, um die Versorgung des Patienten trotzdem sicher zu stellen. Parallel dazu könnte selbstverständlich ein entsprechender Alarm über eine optische oder akustische Anzeigeeinheit ausgegeben werden.

Umgekehrt ermöglicht die geeignete Anordnung der Sensoren auch die Erfassung und Kompensation von zusätzlich eingespeistem Volumen. Dies gilt beispielsweise für Medikamentenverneblern, welche ein Medikament mit Druckluft oder mit gasförmigem reinen Sauerstoff in die Inspirationsgasleitung einblasen, um das Medikament dem Patienten zuzuführen. Dieses zusätzliche, vom Beatmungsgerät selbst nicht vorgesehene Volumen kann durch eine Volumen- oder Druckdifferenz erkannt und ebenfalls durch

die Steuereinheit des Beatmungsgerätes kompensiert werden. In diesem Fall würde beispielsweise die Inspirationsgasmenge um ein geeignetes Maß reduziert.

Besonders vorteilhaft sind die Sensoren dann angeordnet, wenn sie einen möglichst großen Bereich der Inspirations- bzw. Expirationsgasleitung umfassen. Ein erster Sensor wird dann besonders vorteilhaft unmittelbar stromabwärts eines Inspirationsventils angeordnet, welches sich im Beatmungsgerät befindet und das Inspirationsgas in die Inspirationsgasleitung frei gibt. Durch den unmittelbar anschließenden Sensor unterliegt die nachfolgende Leitung bereits einer Überwachung. Der zweite Sensor ist, wie bereits beschrieben, möglichst nahe am Patienten anzuordnen, um einen möglichst großen Teil der Leitung bzw. der Leitungen zu umfassen. Ein dritter Sensor wird dann unmittelbar stromabwärts eines Expirationsventils im Beatmungsgerät angeordnet, so dass auch hier der größtmögliche Teil der Expirationsgasleitung von Sensoren umfasst und überwacht werden kann. Die Anordnung des ersten und des zweiten Sensors erlaubt dann das Erkennen von Leckagen in der Inspirationsleitung. Die Überwachung der Expirationsgasleitung kann analog erfolgen unter Nutzung des zweiten und dritten Sensors.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Steuereinheit zur Plausibilitätsprüfung der Messgrößen der einzelnen Sensoren ausgebildet. Eine solche Prüfung kann dabei entweder gegen einen absoluten, in der Steuereinheit hinterlegten Wert, oder gegen einen mit einem anderen Sensor gemessenen Wert erfolgen.

Im einfachsten Fall erfolgt die Plausibilitätsprüfung dahingehend, dass ein von einem Sensor übermittelter Messwert auf seine absolute Größe oder sein Vorzeichen oder auch seinen Gradienten überprüft wird. Liegt der Messwert dabei außerhalb eines in der Steuereinheit hinterlegbaren Wertebereiches, so erkennt die Steuereinheit den Messwert als falsch. In diesem Fall wird die Steuereinheit den Messwert für ihre Berechnungen nicht weiter berücksichtigen.

In ähnlicher Weise kann der Messwert auf sein Vorzeichen überwacht werden, so dass beispielsweise negative Drücke als unrealistisch ausscheiden. Auch ein bestimmtes Änderungsverhalten, beispielsweise ein plötzlicher Druck- oder Temperaturabfall oder -anstieg außerhalb einer hinterlegbaren Toleranz kann dazu führen, dass dieser Wert bei der Regelung der Gasversorgung nicht weiter berücksichtigt wird. Selbstverständlich kann die Steuereinheit einen entsprechenden Hinweis an eine Anzeigeeinheit oder in akustischer Form ausgeben.

Eine weitere Möglichkeit der Plausibilitätsprüfung besteht vorteilhafterweise darin, die Messwerte verschiedener Sensoren miteinander zu vergleichen. Unmittelbar hintereinander angeordnete Sensoren gleichen Typs sollten auch annähernd gleiche Messwerte ausgeben. Eine entsprechende Abweichung kann dann durch die Steuereinheit als Messfehler bzw. Funktionsstörung eines Sensors erkannt werden. Innerhalb einer größeren Toleranz können auch die Messwerte von Sensoren gegenseitig auf Plausibilität überprüft werden, die sich beispielsweise am Anfang und am Ende der Inspirations- bzw. Expirationsgasleitung befinden. Eine zu starke Abweichung von vergleichbaren Messgrößen ist auch dann wieder ein Hinweis auf eine Fehlfunktion oder auch ein Leck in der Gasversorgung. Ein gewisser Druck am Eingang der Inspirationsgasleitung bewirkt beispielsweise im identischen Abschnitt ebenfalls einen Druck, der in einer gewissen Toleranz davon abweichen kann. Ist die Abweichung jedoch zu groß, so muss auch hier von einem Fehler ausgegangen werden. Analog gilt diese gegenseitige Plausibilitätsprüfung auch für andere Messgrößen, wie Geschwindigkeit, Temperatur usw.

Eine Plausibilitätsprüfung ist jedoch auch weiterhin möglich bei Berücksichtigung verschiedenartiger Messwerte von verschiedenen Sensoren. So kann z. B. der von einem Sensor gemessene Druck auf Basis einer von einem zweiten Sensor gemessenen Geschwindigkeit auf seine Plausibilität überprüft werden. Wenn Druck und Geschwindigkeit, beispielsweise in der Inspirationsgasleitung, in einem vorhersehbaren bzw. bekannten Abhängigkeitsverhältnis stehen, so müssen sich die beiden Messwerte jeweils in einem entsprechenden Wertebereich bewegen, um von der Steuereinheit als realis-

tisch und plausibel erkannt zu werden. Bei gleichzeitiger Berücksichtigung mehrerer Messwerte kann eine solche Plausibilitätsprüfung dabei noch präzisiert und auch zeitlich optimiert werden.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Steuereinheit darüber hinaus dazu geeignet, bei Ausfall eines oder mehrerer Sensoren die erforderlichen Daten aus den Messwerten der anderen, nicht ausgefallenen Sensoren abzuleiten. Werden die Daten eines oder mehrerer Sensoren als nicht plausibel erkannt, verfährt die Steuereinheit analog. Erfasst ein Sensor mehrere Messgrößen, so kann eine ausgefallene oder nicht plausible Messgröße auch aus den anderen Messgrößen des gleichen Sensors oder eines oder mehrerer anderer Sensoren ermittelt werden. Auf diese Weise ergibt sich vorteilhafterweise eine Toleranz des Systems gegenüber Fehlern bzw. Ausfällen von Sensoren. Dies stellt einen erheblichen Sicherheitsgewinn für die Patienten dar, da die Regelung der Gasversorgung auch bei Ausfall von Sensoren aufrecht erhalten wird und somit die Versorgung der Patienten mit Atemgas sichergestellt ist.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Steuereinheit so ausgebildet, dass sie einen unrealistischen oder fehlerhaften Messwert eines Sensors bei der Regelung der Gasversorgung nicht weiter berücksichtigt. Die grundsätzliche Gasversorgung bleibt dabei in vorteilhafter Weise aufrecht erhalten.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Eine beispielhafte Ausführungsform der Erfindung wird nachstehend eines Figurenbeispiels näher erläutert. Die einzige Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung der Beatmungsvorrichtung.

Wie in Fig. 1 zu sehen ist, ist ein Beatmungsgerät 1 vorgesehen. Dieses Beatmungsgerät 1 weist eine Steuereinheit 5, eine Anzeigeeinheit 3 und ein Inspirationsventil 7 sowie ein Expirationsventil 8 auf. Die Steuereinheit 5 steuert die Anzeigeeinheit 3 an, über

die Messdaten und andere beatmungsspezifische Parameter ausgegeben werden können. Über die Anzeigeeinheit 3 können außerdem Daten eingegeben werden, welche an die Steuereinheit 5 übermittelt werden.

Die Steuereinheit 5 steuert das Inspirationsventil 7 und das Expirationsventil 8 an. Über das Inspirationsventil 7 wird ein Inspirationsgas in eine Inspirationsgasleitung 2 eingespeist. Die Flussrichtung ist durch einen entsprechenden Pfeil in der Figur dargestellt. Über das Expirationsventil 8 wird ein Expirationsgas aus einer Expirationsgasleitung 4 entspannt. Die Flussrichtung ist durch einen entsprechenden Pfeil angedeutet.

Außerhalb des Beatmungsgerätes bildet die Inspirationsgasleitung 2 und die Expirationsgasleitung 4 einen Teil eines Gasversorgungssystems 11. Das Gasversorgungssystem 11 hat die Aufgabe, Atemgase zu einem Patienten 6 zu führen und von diesem abzuleiten. Aus der Inspirationsgasleitung 2 wird dem Patienten 6 frisches Atemgas zugeführt, und über die Expirationsgasleitung 4 wird ausgeatmetes Gas vom Patienten 6 abgeführt. Das Gasversorgungssystem 11 weist patientenseitig einen Abschnitt 12 auf, bei dem das Inspirationsgas und das Expirationsgas in einer identischen Leitung geführt werden. In dem identischen Abschnitt 12 wird Gas zum Patienten hin- und vom Patienten weggeführt. In der Inspirationsgasleitung 2 und in dem identischen Abschnitt 12 sind Beatmungskomponenten 10 vorgesehen. Die Beatmungskomponenten 10 werden von dem Inspirationsgas in der Inspirationsgasleitung durchströmt. Die Beatmungskomponente 10 im identischen Abschnitt 12 des Gasversorgungssystems 11 wird sowohl vom Inspirationsgas als auch vom Expirationsgas durchströmt. Diese Beatmungskomponenten können beispielsweise Bakterienfilter, Verdampfer, Medikamentenvernebler, Probeentnahmeeinheiten oder ähnliches sein.

Stromabwärts des Inspirationsventils 7 bzw. stromabwärts des Expirationsventils 8 im Beatmungsgerät 1 sind Sensoren 9a bzw. 9b vorgesehen. Die Sensoren 9a bzw. 9b werden von dem Inspirationsgas bzw. dem Expirationsgas durchströmt. Ein weiterer

Sensor 9c ist im identischen Abschnitt 12 vorgesehen, wobei dieser Sensor 9c sowohl vom Inspirationsgas als auch vom Expirationsgas durchströmt wird. Die Sensoren 9 sind für die Messung des Volumens ausgebildet, von welchem sie durchströmt werden. Die von den Sensoren 9 ermittelten Daten werden an die Steuereinheit 5 des Beatmungsgerätes 1 übertragen. Die Funktionsweise der Beatmungsvorrichtung ergibt sich nun wie folgt:

1. Bei geschlossenem Expirationsventil 8 steuert die Steuereinheit 5 des Beatmungsgerätes 1 das Inspirationsventil 7 so an, dass ein Inspirationsgas in die Inspirationsgasleitung 2 einströmen kann.
2. Der Sensor 9a wird von dem Inspirationsgas durchströmt und ermittelt dabei das durchströmende Volumen oder einen entsprechenden Messwert.
3. Das Inspirationsgas gelangt durch die Beatmungskomponente 10 in das Gasversorgungssystem 11 und weiter in den identischen Abschnitt 12.
4. Dort durchströmt das Gas den Sensor 9c, sowie eine weitere Beatmungskomponente 10 und gelangt schließlich in die Lunge des Patienten 6.
5. Die Steuereinheit 5 vergleicht die von den Sensoren 9a und 9c an sie übermittelten Daten. Dabei werden die ermittelten Volumen auf eine nicht mehr tolerierbare Abweichung hin überprüft.
6. Auf diese Weise kann die Steuereinheit 5 eine Undichtigkeit in der Gasversorgung zwischen den Sensoren 9a und 9c erkennen, melden, und bei der Regelung des Inspirationsventils 7 oder weiterer nicht dargestellter Regelelemente berücksichtigen.

Analog besteht die gleiche Überwachungsmöglichkeit auch in der Expirationsphase, wenn bei geschlossenem Inspirationsventil 7 der Patient 6 das Expirationsgas durch den Sensor 9c und die Expirationsgasleitung 4 und das geöffnete Expirationsventil 8 und den Sensor 9b hindurch ausatmet.

Die von den Sensoren 9 an die Steuereinheit 5 übermittelten Daten und aus diesen errechnete weitere Daten können auf der Anzeigeeinheit 3 dargestellt werden. Weiterhin ist die Steuereinheit 5 so ausgebildet, dass die durch die Sensoren 9 erfassten Messwerte neben der Lecküberwachungsanalyse auch unabhängig davon zur Steuerung der Gasversorgung und/oder zur Darstellung von zur Stellung von Diagnosen und/oder der Beurteilung des Zustandes von Patienten geeigneter Parameter herangezogen werden können. Insbesondere kann die Regelung eines Inspirationszyklus so durchgeführt werden, dass das Inspirationsventil 7 in Abhängigkeit von den Messwerten 9c angesteuert wird, so dass die dem Patienten zugeführte Gasmenge patientennah überwacht wird.

## Patentansprüche

1. 1. Beatmungsvorrichtung (1) zur Beatmung eines Patienten (6),
  - a) mit einem Beatmungsgerät (1) und einem an das Beatmungsgerät (1) anschließbaren Gasversorgungssystem (11),
  - b) wobei das Beatmungsgerät (1) eine Steuereinheit (5) zur Steuerung der Gasversorgung des Patienten (6) aufweist, und
  - c) wobei Atemgase durch eine in dem Beatmungsgerät (1) und dem Gasversorgungssystem (11) ausgebildete Inspirationsgasleitung (2) zum Patienten (6) hin geleitet werden, und
  - e) wobei Atemgase durch eine in dem Gasversorgungssystem (11) und dem Beatmungsgerät (1) ausgebildete Expirationsgasleitung (4) vom Patienten (6) zurück geleitet werden, und
  - f) wobei die Inspirationsgasleitung (2) und die Expirationsgasleitung (4) in einem Abschnitt (12) des Gasversorgungssystems (11) identisch sind.

dadurch gekennzeichnet, dass

  - g) in der Inspirationsgasleitung (2) und/oder Expirationsgasleitung (4) insgesamt wenigsten drei mit der Steuereinheit (5) verbundene Sensoren (9) zur Erfassung wenigstens einer physikalischen Messgröße eines Atemgases vorgesehen sind, und
  - h) die Steuereinheit (5) zu Auswertung der wenigstens einen Messgröße und zu ihrer Berücksichtigung bei der Steuerung der Gasversorgung ausgebildet ist.



2. Beatmungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Messgröße eines Sensors (9) ein Druck, ein Volumen, eine Geschwindigkeit, eine Temperatur oder eine Dichte ist.
3. Beatmungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Sensor (9) im identischen Abschnitt (12) angeordnet ist.
4. Beatmungsvorrichtung nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (5) die wenigstens eine Messgröße eines Sensors (9) zur Erkennung eines Lecks in der Inspirationsgasleitung (2) und/oder Expirationsgasleitung (4) auswertet.
5. Beatmungsvorrichtung nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeweils wenigstens ein Sensor (9) in der Inspirationsgasleitung (2), der Expirationsgasleitung (4) und im identischen Abschnitt (12) vorgesehen ist.
6. Beatmungsvorrichtung nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Beatmungsgerät (1) eine Anzeigeeinheit (3) zur Anzeige von Beatmungsparametern und/oder Atemparametern und/oder der wenigstens einen Messgröße eines Sensors (9) aufweist.
7. Beatmungsvorrichtung nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit zur Plausibilitätsprüfung der wenigstens einen Messgröße und/oder zur wechselseitigen Plausibilitätsprüfung mehrerer Messgrößen ausgebildet ist.
8. Beatmungsvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit zur Ermittlung wenigstens einer als nicht plausibel erkannten Messgröße durch Auswertung wenigstens einer als plausibel erkannten anderen Messgröße ausgebildet ist.

9. Beatmungsvorrichtung nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit zur Ermittlung wenigstens einer Messgröße eines ausgefallenen Sensors durch Auswertung wenigstens einer Messgröße wenigstens eines intakten Sensors ausgebildet ist.

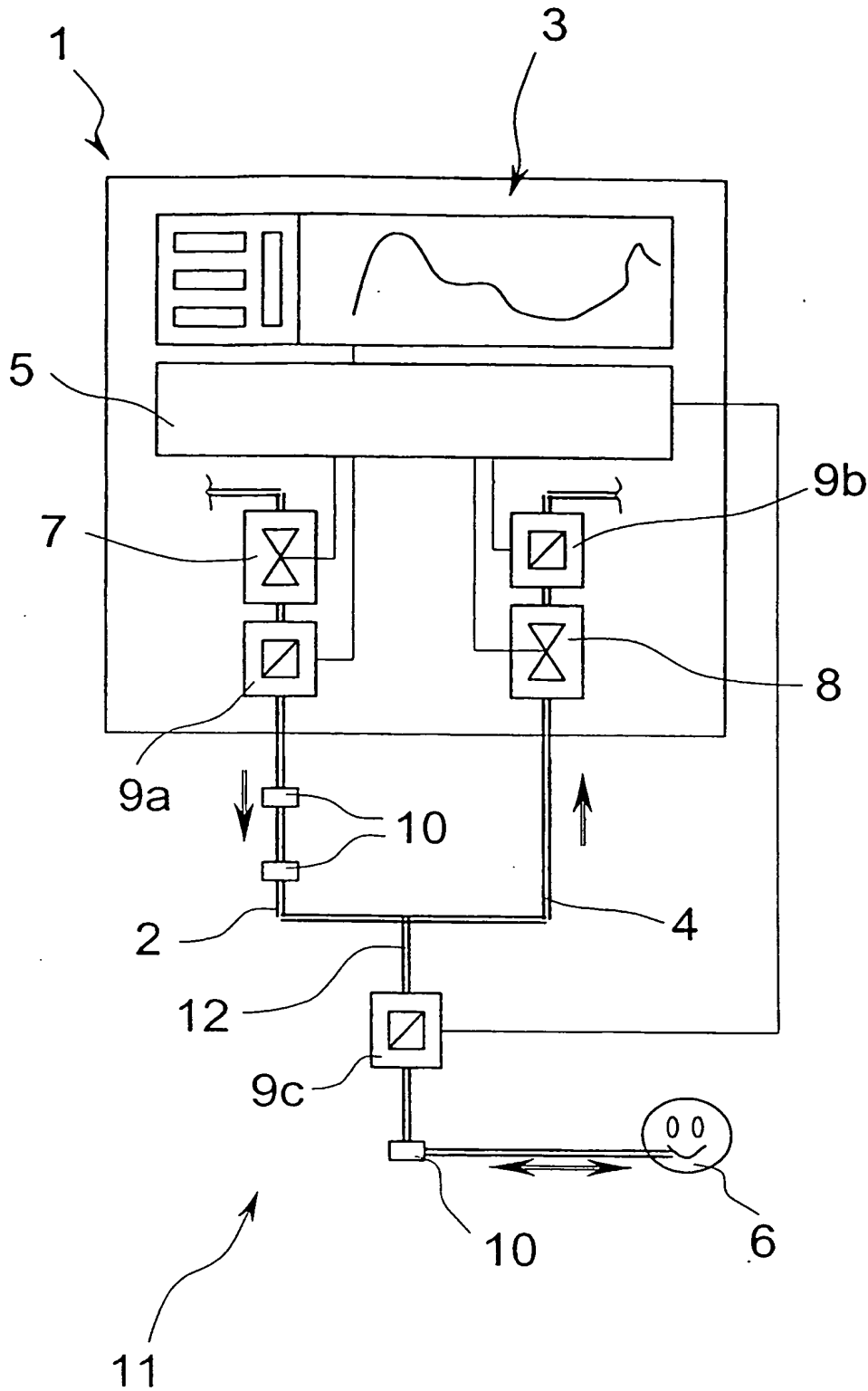


Fig. 1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No

PCT/DE 02/04727

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 A61M16/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC.

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
X	EP 1 120 124 A (SIEMENS ELEMA AB) 1 August 2001 (2001-08-01) column 2, line 13 -column 3, line 56	1-6
Y	figures 1,3	7-9
Y	DE 198 15 256 C (DRAEGER MEDIZINTECH GMBH) 8 April 1999 (1999-04-08) column 2, line 5-19 column 2, line 45 -column 3, line 3 figure 1	7-9
X	EP 0 776 672 A (SIEMENS ELEMA AB) 4 June 1997 (1997-06-04) column 2, line 40 -column 3, line 21 column 3, line 47-56 figure 1	1-3
	--- -/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*8\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 June 2003

Date of mailing of the international search report

17/06/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Azaizia, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern      il Application No

PCT/DL 02/04727

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
X	EP 0 841 083 A (SIEMENS ELEMA AB) 13 May 1998 (1998-05-13) column 2, line 45 -column 3, line 32 figure 1 -----	1,2,4
X	US 5 881 717 A (ISAZA FERNANDO J) 16 March 1999 (1999-03-16) column 1, line 43-60 column 4, line 42 -column 5, line 7 figure 1 -----	1,2,4
A	CH 461 711 A (ERA ELEKTROMEDIZIN & RESPIRATO) 31 August 1968 (1968-08-31) column 1, line 3-10 column 3, line 6-21 figure 1 -----	1-9

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern: 1 Application No

PCT/DE 02/04727

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1120124	A	01-08-2001	EP 1120124 A2	01-08-2001
			JP 2001245984 A	11-09-2001
			US 2001009153 A1	26-07-2001
DE 19815256	C	08-04-1999	DE 19815256 C1	08-04-1999
EP 0776672	A	04-06-1997	SE 504285 C2	23-12-1996
			EP 0776672 A1	04-06-1997
			JP 9173456 A	08-07-1997
			SE 9504312 A	23-12-1996
			US 5915381 A	29-06-1999
EP 0841083	A	13-05-1998	EP 0841083 A1	13-05-1998
			JP 10111232 A	28-04-1998
			US 6035851 A	14-03-2000
US 5881717	A	16-03-1999	AU 6668998 A	12-10-1998
			EP 0968020 A1	05-01-2000
			JP 2001515387 T	18-09-2001
			WO 9841268 A1	24-09-1998
CH 461711	A	31-08-1968	NONE	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. des Aktenzeichen

PCT/DE 02/04727

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 A61M16/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 A61M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 120 124 A (SIEMENS ELEMA AB) 1. August 2001 (2001-08-01) Spalte 2, Zeile 13 - Spalte 3, Zeile 56	1-6
Y	Abbildungen 1,3	7-9
Y	DE 198 15 256 C (DRAEGER MEDIZINTECH GMBH) 8. April 1999 (1999-04-08) Spalte 2, Zeile 5-19 Spalte 2, Zeile 45 - Spalte 3, Zeile 3 Abbildung 1	7-9
X	EP 0 776 672 A (SIEMENS ELEMA AB) 4. Juni 1997 (1997-06-04) Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 3, Zeile 21 Spalte 3, Zeile 47-56 Abbildung 1	1-3
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\* A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\* E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\* L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\* O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\* P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\* I\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\* X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\* Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\* &amp;\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. Juni 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/06/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Azaizia, M

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. es Aktenzeichen

PCT/DE 02/04727

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 841 083 A (SIEMENS ELEMA AB) 13. Mai 1998 (1998-05-13) Spalte 2, Zeile 45 -Spalte 3, Zeile 32 Abbildung 1 ---	1,2,4
X	US 5 881 717 A (ISAZA FERNANDO J) 16. März 1999 (1999-03-16) Spalte 1, Zeile 43-60 Spalte 4, Zeile 42 -Spalte 5, Zeile 7 Abbildung 1 ---	1,2,4
A	CH 461 711 A (ERA ELEKTROMEDIZIN & RESPIRATO) 31. August 1968 (1968-08-31) Spalte 1, Zeile 3-10 Spalte 3, Zeile 6-21 Abbildung 1 -----	1-9



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung..., die zur selben Patentfamilie gehören

Intern is Aktenzeichen

PCT/DE 02/04727

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1120124 A	01-08-2001	EP 1120124 A2	01-08-2001
		JP 2001245984 A	11-09-2001
		US 2001009153 A1	26-07-2001
DE 19815256 C	08-04-1999	DE 19815256 C1	08-04-1999
EP 0776672 A	04-06-1997	SE 504285 C2	23-12-1996
		EP 0776672 A1	04-06-1997
		JP 9173456 A	08-07-1997
		SE 9504312 A	23-12-1996
		US 5915381 A	29-06-1999
EP 0841083 A	13-05-1998	EP 0841083 A1	13-05-1998
		JP 10111232 A	28-04-1998
		US 6035851 A	14-03-2000
US 5881717 A	16-03-1999	AU 6668998 A	12-10-1998
		EP 0968020 A1	05-01-2000
		JP 2001515387 T	18-09-2001
		WO 9841268 A1	24-09-1998
CH 461711 A	31-08-1968	KEINE	